

требления; определять и прогнозировать все составляющие баланса электроэнергии (выработка, отпуск с шин, потери и т. д.); определять и прогнозировать удельный расход топлива на электростанциях; выполнять финансовые оценки процессов производства, передачи и распределения электроэнергии и мощности; контролировать техническое состояние систем учета электроэнергии в электроустановках и соответствие их требованиям нормативно-технических документов.

Таким образом, в настоящее время АСКУЭ с использованием проводных каналов связи – оптимальный вариант построения таких систем.

#### Список использованных источников

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. от 04.10.2014). [Электронный ресурс]. URL: [http://base.garant.ru/12171109/1/#block\\_100](http://base.garant.ru/12171109/1/#block_100) (дата обращения: 12.11.2015).
2. Карпеш М. А., Сенигов П. Н. Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии :руководство по выполнению базовых экспериментов. АСКУЭ.001 РБЭ (990). Челябинск : Иженерно-производственный центр «Учебная техника», 2012. 496 с.
3. Гранова Е. Н., Косоголов Ю. В. Конфигуратор счетчиков электрической энергии Меркурий 230 : руководство пользователя. М. : ИНКОТЕКС, 2004. 36 с.

УДК 621.746.6

Тучибаев И. Р., Аловадинова Х. Н., Картавец С. В.  
Магнитогорский государственный технический университет  
[hulkar\\_welcome@mail.ru](mailto:hulkar_welcome@mail.ru)

## ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ УДЕЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

**Аннотация.** В работе рассмотрен теплообмен в кристаллизаторе с помощью построения геометрической модели кристаллизатора.

Рост производства стали в мире непрерывно увеличивается. К 2015 году изготовление стали составило 1,67 млрд. тонн в год, 98 % которой разливается в МНЛЗ (машина непрерывного литья заготовки) [1].

Важнейшим элементом в конструкции МНЛЗ является кристаллизатор, который выполняет ряд значимых функций, таких как формообразование и теплообмен [2].

Формирование непрерывно литого слитка – процесс, объединяющий взаимодействующие явления различной физической природы – тепломассо перенос, гидродинамику расплава, зарождение и рост кристаллов. Для построения моделей процессов кристаллизации необходимо математическое описание процессов, происходящих не только непосредственно при кристаллизации, но и в моменты предшествующие затвердеванию [3].

В предыдущей работе [4], была написана математическая модель и составлен тепловой баланс для определения температурного поля по высоте кристаллизатора. За последние годы опубликовано множество работ с аналогичной задачей и решением её в виде составления теплового баланса. Однако в нынешней работе мы ставим перед собой ту же задачу – определение теплового потока, но решать её будем не используемым ранее способом - построением параллелепипеда и усеченных пирамид в нем (рис. 1).

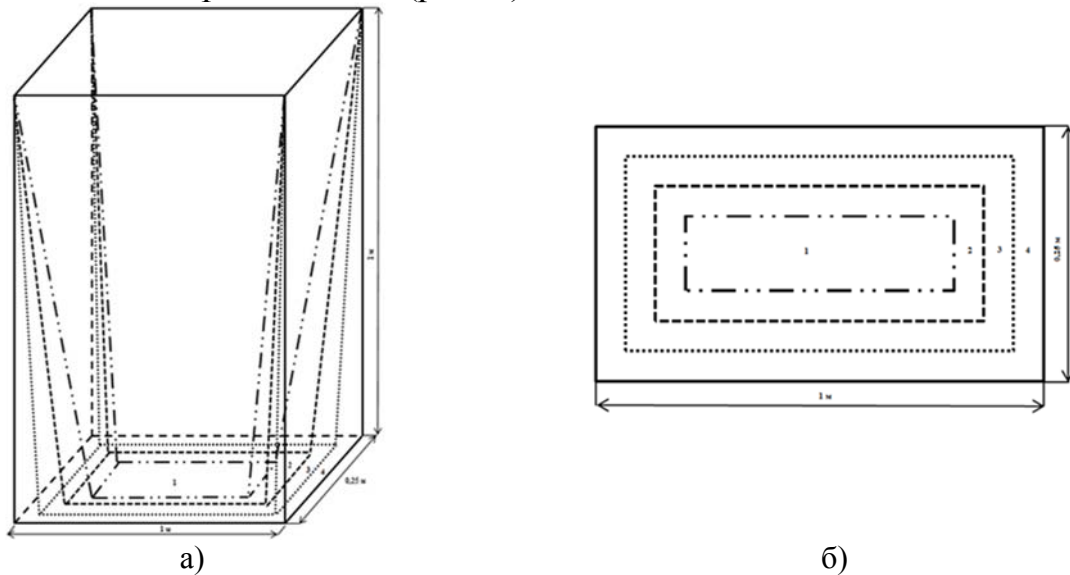


Рис. 1. А - кристаллизатор (общий вид), б - вид сверху: 1 – жидкая сталь; 2 – затвердевшая сталь; 3 – ШОС; 4 – газовый зазор

В кристаллизаторе разливка жидкой стали происходит при ламинарном режиме, критерий Нуссельта (1) в данном случае будет соответствующим [5]. Через некоторый промежуток времени остается несколько слоев веществ различной фазы: жидкая сталь, затвердевшая сталь, ШОС (шлакообразующие смеси), газовый зазор. В патроне каждый слой примет вид усеченных пирамид, при этом слой будет становиться толще по мере понижения высоты кристаллизатора, а площадь жидкой стала меньше (рис.1, б).

$$Nu = 0,679 \cdot (Gr \cdot Pr_{\text{жид.ст.}}^2)^{0,25} \quad (1)$$

где,  $Gr$  - критерий Грасгофа;

$Pr_{\text{жид.ст.}}$  - критерий Прандтля;

Тепло от жидкой стали будет переноситься с помощью следующих способов теплопередачи: конвекция (2) (жидкая сталь – затвердевшая сталь), теплопроводность (3) (затвердевшая сталь – ШОС), излучение (4) (ШОС – газовый зазор):

$$q_{\text{конв}} = \alpha_{\text{жид.ст.}} \cdot (T_{\text{жид.ст.}} - T_{\text{затв.ст.}}) \quad (2)$$

$$q_{\text{теплопр.}} = \frac{\lambda_{\text{шос}}}{\delta_{\text{шос}}} \cdot (T_{\text{затв.ст.}} - T_{\text{шос}}) \quad (3)$$

$$q_{\text{излуч.}} = \varepsilon \cdot c_0 \cdot \left[ \left( \frac{T_{\text{шос}}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{\text{стенки}}}{100} \right)^4 \right] \quad (4)$$

где  $\alpha_{\text{жид.ст.}}$  коэффициент теплоотдачи от жидкой стали, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\lambda_{\text{затв.ст.}}$  коэффициент теплопроводности затвердевшей стали Вт/м·°С;

$\delta_{\text{шос}}$  толщина слоя ШОС, м;

$\varepsilon$  степень черноты ШОС;

$c_0$  излучательная способность абсолютно черного тела 5,67, Вт/м<sup>2</sup>·°С<sup>4</sup>;

$T_{\text{стенки}}$  температура внутренней стенки кристаллизатора, К;

$T_{\text{жид.ст.}}$  температура жидкой стали, К;

$T_{\text{затв.ст.}}$  температура затвердевшей стали, К;

$T_{\text{шос}}$  температура ШОС, К.

В работе продемонстрирован новый способ вычисления теплового потока от жидкой стали через ряд слоев в кристаллизаторе с помощью геометрической модели кристаллизатора и усеченных пирамид.

#### Список использованных источников

1. Аловадинова Х. Н., Матвеев С. В., Картавец С. В. Использование теплоты жидкой стали в МНЛЗ // Наука и производство Урала. 2014. № 10. С. 71-73.
2. Вдовин К. Н., Точилкин В. В., Ячиков И. М. Непрерывная разливка стали: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та. 2012. 540 с.
3. Копцев В. В. Модель предкристаллизационных процессов // Известия УНЦ. 2004. Вып. 4. С. 30.
4. Тучибаев И. Р., Аловадинова Х. Н. Математическая модель определения температурного поля по высоте кристаллизатора МНЛЗ // Наука и производство Урала. 2015. Вып. № 11. С. 59-70.
5. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. Изд. 5-е перераб. и доп. М. : Атомиздат, 1979. 205 с.

УДК 628.9

Убиенных Д. А., Морозов С. А.  
Самарский государственный технический университет  
rnr@63.ru

## ПРИМЕР БЫТОВОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Аннотация.** В работе рассмотрен пример бытового сбережения электроэнергии. приведен расчет годовой экономии от замены ламп накаливания на энергосберегающие.

Энергосбережение является одним из главных направлений политики ресурсосбережения [1]. Проведение в жизнь ряда мероприятий по экономии электрической и тепловой энергии становится одним из главных направлений развития энергосберегающих технологии в современных государствах. Эффективное использование энергии позволяет значительно уменьшить потребление природных ресурсов, существенно сократить затраты на их закупку и положительно